

**QJ**

**中华人民共和国航天工业部部标准**

**QJ 1693-89**

---

**电子元器件防静电要求**

**1989-02-14 发布**

**1989-10-31 实施**

---

**中华人民共和国航天工业部 发布**

## 电子元器件防静电要求

### 1 主题内容与适应范围

#### 1.1 主题内容

本标准规定了静电放电敏感电子元器件和组件(以下统称电子元器件)在非工作情况下,免受静电放电损害的防护技术要求。

#### 1.2 适用范围

本标准适用于静电放电敏感度不大于4000V的静电敏感的电子器件(电爆装置除外)的生产、检验、使用、装配、包装、运输和保管。

### 2 引用标准

GJB 72 电磁干扰和电磁兼容性名词术语

GJB 597 微电路总规范

### 3 术语

#### 3.1 静电现象

电荷产生和消失过程中引起的电现象的总称。

#### 3.2 静电放电

具有不同静电电位的物体,由于直接接触或静电场感应引起的物体间的静电电荷的转移。

#### 3.3 静电放电敏感元器件

对静电放电电压小于或等于4000V敏感的电子器件。电压测试方法如图1所示。

静电放电敏感元器件可分为两类:

小于或等于1000V的静电电压敏感的元器件称为Ⅰ类;

大于1000V但小于或等于4000V的静电电压敏感的元器件称为Ⅱ类。

#### 3.4 静电放电保护材料

具有下面一种或多种能力的材料:限制产生静电、能迅速耗散材料表面或体积上的静电电荷,或屏蔽静电放电火花放电或静电场。静电放电保护材料根据其表面电阻率(或导电性)分为导电的、静电耗散的和抗静电的。

#### 3.5 导电材料

表面电阻率最大为每方 $10^5 \Omega$ 的静电放电保护材料。

注:见 3.18 条的注。

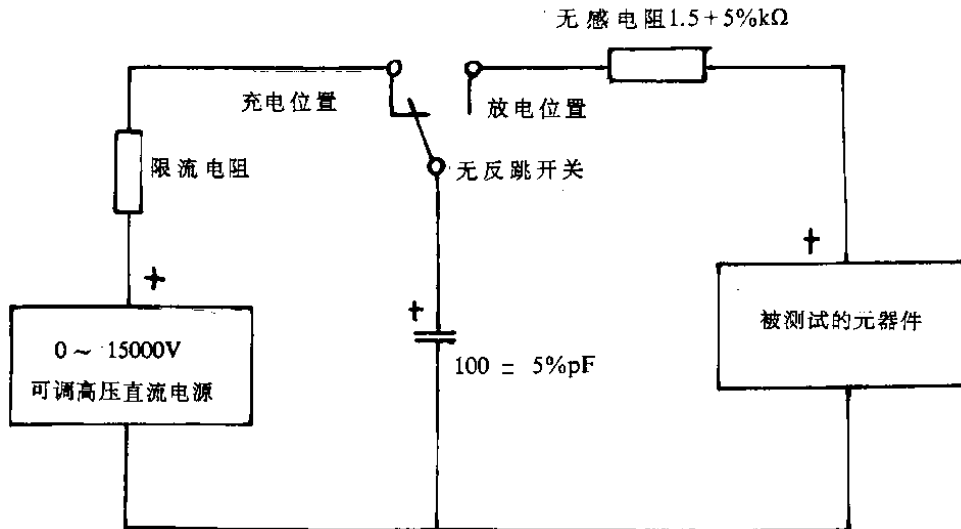


图 1 静电放电试验电路

### 3.6 静电耗散材料

表面电阻率大于每方  $10^5 \Omega$ ，但不超过每方  $10^9 \Omega$  的静电放电保护材料。

### 3.7 抗静电材料

表面电阻率为每方  $10^9 \sim 10^{14} \Omega$  的静电放电保护材料。

### 3.8 静电放电保护包装

使用静电放电保护材料进行包装，以防止静电放电损害静电放电敏感元器件。

### 3.9 静电场

一个带静电的表面同另一具有不同静电电位表面之间的电位梯度。

### 3.10 绝缘材料

表面电阻率大于每方  $10^{14} \Omega$  的材料。

### 3.11 衰减时间

静电电荷被衰减到该电荷的火花电压的给定百分比的时间。

### 3.12 接地

能供给或接受大量电荷的物质，例如：地面、舰船或运载工具蒙皮等。

### 3.13 软接地

通过足够的阻抗接地，把电流限制在人身安全的电平（通常为 5mA）之下。软接地所需要的阻抗取决于靠近接地点的人员可能接触的电压电平。

### 3.14 硬接地

直接接地或通过一低阻抗同地相连。

### 3.15 操作

在检验、制造、电装、处理、试验、修理、返工、维护、安装、运输、失效分析、包装、打标、或挂标签之类的活动中,用手搬运或机器处理产品的活动。

### 3.16 保护性操作

用防止被静电放电损害的方法来操作静电放电敏感元器件。

### 3.17 保护面积

为把静电放电电压限制在本标准所讨论的静电放电敏感元器件的敏感电平以下,而建立的并装备必要的静电放电保护材料和设备的面积。

### 3.18 表面电阻率( $\rho_s$ )

表面电阻率是材料导电率的倒数,等于表面每单位宽度的电位梯度和电流之比。其中,电位梯度按照材料中电流流动的方向测量。

注:物质的表面电阻率在数值上等于组成一正方形对边的两电极间的表面电阻。该正方形的尺寸并不重要。表面电阻率不仅适用于表面导电材料,也适用于体积导电材料,并具有每方的欧姆值。

### 3.19 体积电阻率( $\rho_v$ )

体积电阻率是材料的导电率的倒数,等于电位梯度同电流密度之比,其中,电位梯度按照物质中电流流动方向测量。

注:在米制单位中,电绝缘材料的体积电阻率( $\Omega \cdot \text{cm}$ )在数值上等于该材料的 $1\text{cm}^3$ 的相对两面之间的体积电阻。

### 3.20 静电放电失效机理

由于静电放电而导致失效的物理、化学、电的、热的或其它的过程。

### 3.21 热二次击穿

热二次击穿也称雪崩衰变。由于半导体热时间常数通常比静电放电脉冲有关的瞬变时间长,热量很少从功率耗散面积向外扩散,因而在元器件内可以形成大的温度梯度。局部结温度可以接近材料的熔融温度,通常导致热点扩大,随后由于熔融而使结短路。这种现象叫作热二次击穿。

### 3.22 金属喷镀熔融

当静电放电的瞬变过程使零件的温度增高到足以使金属熔融或使连接线熔化时,也可以发生失效。

### 3.23 介质击穿

当把一电位差加在介质面两端,超过该面积固有击穿特性时,就会出现介质击穿。

### 3.24 气体电弧放电

对于具有间距很近非钝化薄电极的零件,气体电弧放电可以使零件的性质降低,引起失效。

### 3.25 表面击穿

对于垂直结,表面击穿被解释为由于表面上结空间电荷层变窄而引起的雪崩倍增过程。

## 4 技术要求

### 4.1 基本要求

对电子元器件静电保护的基本要求:

- a. 防止静电的产生;
- b. 防止静电场,在可能产生静电的地方阻止静电的积累,迅速可靠而又有控制地排除已存在的电荷,即衰减时间应该短得足以用等于或小于电荷正常产生的速度耗散电荷。即令静电电位泄放至 100V 以下的时间小于 1s,为此静电防护操作系统电阻上限定为  $10^9 \Omega$ ;
- c. 防止由于同带电的人或带电的物体接触而引起的直接放电;
- d. 绝缘体上静电采用中和法:利用静电消除器使空气电离,产生出消除静电所必需的正、负离子,带静电的绝缘体吸引与其极性相反的离子而发生静电中和,从而达到消除静电的目的;
- e. 为使静电放电操作人员安全,整个防护系统的漏泄电流不允许超过 5 mA。为此静电防护操作系统电阻下限为  $10^6 \Omega$ 。

### 4.2 一般操作要求

#### 4.2.1 操作人员

- 4.2.1.1 操作静电放电敏感元器件的人员应该进行静电放电防护知识训练、能力的测验和鉴定。当静电放电敏感元器件在静电放电保护包装外面时,未经过训练的人员不允许操作。
- 4.2.1.2 制造、加工、装配和检查工作说明书应该按照静电放电敏感控制要求识别静电敏感元器件,要求在静电放电保护包装外面操作静电放电敏感元器件时,只能在静电放电保护面积内,而且只能由经过训练的人员进行。
- 4.2.1.3 操作静电放电敏感元器件的人员,应该避免在静电放电敏感元器件附近做产生静电的身体活动。如穿脱工作服等。
- 4.2.1.4 清洁手指,应使用浸沾有酒精或加水的洗净剂棉花球来清洁,不允许使用橡皮、化学纤维等易产生静电放电材料来清洁。
- 4.2.1.5 操作静电放电敏感元器件的人员,应该穿静电放电保护衣服。这种衣服应该定期地用静电计监测。为防止衣服直接接触静电放电元器件,防止腕带从衣服上放电,除长袖衫应该卷起外,还应用静电放电保护长手套套住。长手套绑扎在裸露腕上,并向上伸展到肘部。静电放电保护工作服、手套和手指套,应用棉织品,含有1% 金属纤维等保护材料制作。不允许使用普通塑料、橡胶或化学纤维等易产生静电的材料制作。
- 4.2.1.6 在不能使用人体接地扣带的地方,维护静电放电敏感设备的人员,在静电放电敏感元器件从其保护包装移出之前应该把自己接地。当在静电放电保护包装外面操作静电放电敏感元器件时,应该通过分路装置操作静电放电敏感元器件,而不接触静电放电敏感元器件或电路的走线。

4.2.1.7 应该用一合适的试验设备(例如兆欧表)定期地检验皮肤接触点和接地线之间的人体接地扣带、静电安全工作台表面、导电地板垫和其它与地连线的电阻率和连续性,以保证符合接地电阻率的要求。

#### 4.2.2 使用要求

4.2.2.1 对静电放电敏感元器件防静电保护性操作应力求简化。

4.2.2.2 为在打开包装材料之前使包装容器先放电,当需要把静电放电敏感元器件从包装容器中取出时,必须把包装的静电放电敏感元器件放置在静电安全工作台上并在上面操作。

4.2.2.3 手指或金属摄取工具只有在接地之后,才可以用其将静电放电敏感元器件从静电放电保护包装内移出,然后放置在静电安全工作台表面上。

4.2.2.4 必须用正确的方法拿取静电敏感元器件,如用姆指及食指拿集成电路的两端,手不触及外引线。最好用专用的组件插拔器插拔集成电路。

4.2.2.5 不允许使静电敏感元器件在任何非静电保护表面滑动。

4.2.2.6 静电放电敏感元器件,尤其含有MOS器件的静电放电敏感元器件被移出或插入时,或是接触不好时,不要对设备或组件通电。MOS器件的附加预防措施如下:

a. 当MOS器件电源断开时,输入端不应加信号;

b. 在试验MOS器件时,所有不用的输入引线应该接到电源地线,或接到 $V_{SS}$ 的引线,或接到供电线(电源) $V_{DD}$ 的引线,视适合于所涉及的电路而定;

c. 在进行介质或绝缘电阻试验之前,要将MOS器件从设备内移出;

d. 检验所有被用作试验静电放电敏感元器件的电源,以保证不出现电压瞬变过程;

e. 在做参数或功能试验之前,检验试验设备固有的电压极性。

4.2.2.7 静电放电敏感元器件从一处转移到另一处之前,所用的运输工具、支承器或容器,在电气方面接在一起。

4.2.2.8 不要用万用表探测静电放电敏感元器件的引线或接线端子。在非用不可时,在探测静电放电敏感元器件之前,应该把用电试验设备的探头先接触硬接地线。

4.2.2.9 当使用测试用的接头,或把某一零件端子插入印制板组装件内或组件的电插座内而影响静电放电敏感元器件时,应该使用象分路棒、线夹或无腐蚀的导电泡沫或保护罩之类的分流器,以保护静电放电敏感元器件不受摩擦生电(直接放电、静电场及由高压静电放电和火花放电),产生电磁脉冲的损害,当把零件引线插入印制板组装件接线孔或连接零件引线时,应该把分路棒、线夹或导电泡沫插放在印制板组装件或较高的组件电平上的接线端子上。为了防止静电场和由静电放电高压火花放电产生的电磁脉冲,尤其在静电放电保护面积外面运输时,应该使用导电的外包皮。

#### 4.2.3 测试和试验设备

4.2.3.1 用于静电放电保护面积内的试验设备和工具,应该正确地接地,手握工具的把手不应该包含绝缘材料,若用绝缘把手的工具,应该用局部抗静电剂处理。

4.2.3.2 保证用于静电放电保护面积内的全部容器、工具、试验设备和夹具在使用之前和

在使用期间,或是直接接地,或是通过与接地表面接触接地。电试验设备应该经过一接地插头接地,不应通过静电放电接地工作场所的导电表面来接地。在静电放电敏感元器件装配期间使用仪器(如放在小车上)应采取软接地措施。

4.2.3.3 当在用二氧化碳或氮气致冷的试验箱内试验静电放电敏感元器件时,试验箱应该配备接地栏板和架子,架子上放置被试元器件,架子要接地,以耗散由气体流动产生的静电荷。当温箱或静电放电敏感元器件具有绝缘表面时,则需要用静电消除器。

4.2.3.4 在连接或断开任一试验电缆之前,试验设备和被试的静电放电敏感元器件的外壳或底座的地线在电气上应连接在一起。在连接电缆时,分路棒应保持在适当的位置上,直到将底座地线短接。在除掉实验电缆时,应把分路棒放回原处。

4.2.3.5 为防止静电放电损害静电放电敏感元器件,测试静电放电敏感元器件的测试仪器选择和使用要求:

- a. 优先选择电源变压器有屏蔽的仪器;
- b. 选择低端接外壳的测试仪器并把外壳硬接地;
- c. 若必须使用低端浮地的仪器时,应该使仪器变压器原、副绕组之间的绝缘电阻在 $1\text{M}\Omega$ 以上;应在仪器的低端对地接大电容如图2。

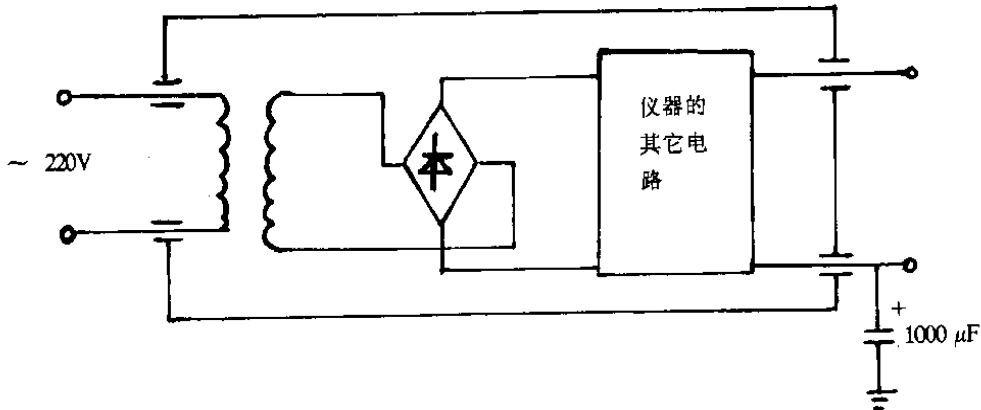


图2 低端浮地仪器的正确使用方法

#### 4.2.4 存放与清洗

4.2.4.1 不要将未加保护的静电放电敏感元器件放在易产生静电的材料附近,如非抗静电塑料管、非抗静电或非导电塑料制的塑料袋、聚苯乙烯或普通坐垫材料、塑料盒、盆等。

4.2.4.2 在用刷子人工清洗静电放电敏感元器件时,应该使用天然的鬃毛刷子,并应把电离空气对准清洗面以耗散一些电荷。如果切实可行的话。所有自动清洗设备都应接地,而且在清洗工作期间要把静电放电敏感元器件的引线和连接器短路在一起。在清洗静电放电敏感元器件时,最好使用导电清洗溶剂。

4.2.4.3 使用象丙酮、酒精或其它清洗剂之类的溶剂清洗静电放电保护材料时,要特别注

意,防止抗静电剂泄漏到表面与空气中的水分形成汗层。

#### 4.2.5 其它

4.2.5.1 静电放电敏感元器件的图样及其它技术资料应该标上静电放电敏感标志和正确的操作方法。

4.2.5.2 不接收未包装在静电放电防护内的静电放电敏感元器件并把它们退回原处;怀疑或拒收静电敏感元器件,应象对待好的一样操作,防止引起进一步的损害或妨碍对原始失效情况的跟踪。

#### 4.3 具体要求

##### 4.3.1 设计与开发

4.3.1.1 识别所推荐的设计用全部静电放电敏感元器件及其敏感电平。

4.3.1.2 在符合性能要求的同时,选择能提供最高抗静电放电能力的元器件。例如使用MOS器件,选择含有最大内部保护的元器件。

4.3.1.3 在设计新产品时,应把静电敏感性降到最低程度。对于II类或较低敏感性满足性能要求的绝不使用I类元器件。

4.3.1.4 组件内电路在保护设计时,应在组件的最低实用电平上实现保护。

4.3.1.5 尽可能使用静电抑制技术。例如,开关接地、导电塑料等。

4.3.1.6 进行电路分析,确定含有静电放电敏感元器件的组件是否充分地给予保护。

4.3.1.7 全部设计审查应符合本标准要求。

##### 4.3.2 接收及入库检查

4.3.2.1 所有静电放电敏感元器件的包装应有明显标志。

4.3.2.2 清点静电放电敏感元器件的数量时,尽量不打开静电放电敏感元器件的包装。如果保护包装不是透明的或不打开静电放电保护包装就不能进行工作时,则必须遵照下列规定:

a. 带标签的包装,应该检查静电放电敏感元器件的包装,以证实符合合同规定的标签和静电放电保护包装的要求;

b. 未带静电放电敏感标志的包装,如果供货方对含有静电放电敏感元器件的专有包装标志负有责任,则按下列两种方法处理:

第一,无静电放电敏感标志,但有保护包装箱,则应该用专有标志给包装加标志,并按本标准的规定操作这些静电放电敏感元器件。提醒供货方注意以后必须带有专有标志;

第二,无静电放电敏感标志无静电放电保护包装,应该按有缺损静电放电敏感元器件拒收,即使供应方再提交验收也不予接受;

c. 打开包装和试验静电放电敏感元器件时,只能在静电放电保护面积内进行,如果尺寸允许的话的,在静电安全工作台上进行;

d. 把实验过的静电放电敏感元器件重新包装在静电放电保护包装材料内,并保证包装上的专有标志;

e. 把包装放置在静电放电防护运输斗或托盘内运到仓库。



### 4.3.3 保管和运输

4.3.3.1 所有备料或存货区域都需要静电控制,把静电放电敏感元器件运进和运出保管面积内,要有静电放电保护包装并放在保护运输斗或托盘内或静电防护小车内搬运。严禁随意堆放和搬运。

4.3.3.2 存放静电放电敏感元器件的仓库必须有明显的静电放电敏感标志,并保证所有存放的静电放电敏感元器件均有静电放电敏感标志。

4.3.3.3 保证所有提交运输的静电放电敏感元器件都被包装在供运输用的静电放电保护包装材料内,或放在适当的静电防护容器内进行。

### 4.3.4 制造和电气装配

4.3.4.1 必须在静电放电保护面积内进行操作,在切实可行的地方,要在静电安全工作台上进行。

4.3.4.2 在不能用接地技术平衡或耗散静电电荷时,要使用静电抑制器或电离空气压缩机,将电离空气射向被加工的静电放电敏感元器件。

4.3.4.3 使用导电清洗液或溶剂进行清洗工序。在用空气喷射溶剂时,则用电离空气。

4.3.4.4 静电放电敏感组件装配和加工完成,就将其重新包装在静电放电保护材料内并加上专有静电放电敏感标志。把静电放电敏感组件放置在保护运输斗、托盘内或静电防护小车内传送到下一工序。

### 4.3.5 包装

4.3.5.1 所有静电放电敏感元器件,应以本标准规定的足以提供保护的静电放电保护材料(导电、静电耗散和抗静电)包装。

4.3.5.2 将静电放电敏感元器件(一件或多件)包装在塑料袋、盒或容器内。塑料袋、盒、容器应无腐蚀作用,并有足够的导电性以防止产生电火花的情况下控制放电。如果在包装袋、盒和容器内使用了软垫或包捆物,其材料应与包装袋、盒和容器材料具有相同的防护静电性能。

4.3.5.3 通过试验而确定需静电放电保护的静电放电敏感元器件,应以导电材料包装或以具有外电场屏蔽层的抗静电材料包装。例如:

a. 三层容器,内层为抗静电材料,另外两层的结构可以是静电场屏蔽外层加绝缘的中间层,也可以是绝缘外层加静电场屏蔽中间层;

b. 导电的无腐蚀性元器件导轨,每条导轨两端有无腐蚀性的导电(或抗静电)泡沫塞;

c. 抗静电的无腐蚀性元器件导轨,每条导轨两端有防止元器件移动的无腐蚀性导电(或抗静电)泡沫塞。导轨又包装在导电的静电场屏蔽材料内。

4.3.5.4 防护袋采用加热来完成产品密封时,应使袋内空气最少,并留有足够的未封材料长度完成最少一次重新密封。

### 4.3.6 安全

在接通电源和试验设备旁工作时,必须防止电流通过工作人员任何部位而引起烧伤和出血,特别要防止电流通过人身的重要部位(例如心脏和肺、头部)而引起致命危险。操作人

员必须遵循下列安全要求:

- a. 用通电仪器检查元器件时只能使用一只手(宜用右手),另外一只手和身体的其它部位不得接触硬接地的物体;
- b. 静电放电敏感元器件防护系统的漏泄电流不允许超过 5 m A;
- c. 在进行防静电工作时,确保静电放电操作者,到大地的电阻为  $10^6 \Omega \sim 10^9 \Omega$ ,才能使用防静电操作系统;
- d. 不允许在静电放电敏感元器件通电的情况下进行焊接和装拆;
- e. 严格区分硬接地线和软接地线;
- f. 对静电放电敏感元器件操作人员,必须进行静电控制知识和安全操作教育,静电安全操作考试合格后方能上岗操作。

## 5 标志和识别

### 5.1 静电放电敏感性识别标志

为了识别静电放电敏感元器件,规定静电放电敏感标志和识别符合为等边三角形:  $\triangle$ 。

注:该标志也可以作为第一引出端的识别标志,当使用这种静电放电敏感标志时,三角形不能比元器件型号等标志小。

### 5.2 使用范围

静电放电敏感标志  $\triangle$ ,适用于标记在静电放电敏感元器件上,也适用于标记在静电放电敏感元器件的载体、包装容器、工作场所、仓库、图样和其它技术资料等方面。

#### 附加说明:

本标准由航天工业部七〇八所提出。

本标准由航天工业部云南管理局五〇五二厂负责起草。

本标准主要起草人李广成,龚祥元,辜廷根,郑泉有。